

岷江干旱河谷黄蔷薇 (*Rosa hugonis*) 生长 与繁殖特征及其空间差异

周志琼^{1,2}, 包维楷^{1,*}, 吴福忠^{1,2}, 何 晓¹, 吴 宁¹

(1. 中国科学院成都生物研究所, 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:对乡土植物生长繁殖特征的认识是制定合理的植被恢复及管理措施的基础和依据。通过大面积的野外踏查和样方调查, 分析了岷江干旱河谷乡土灌木-黄蔷薇 (*Rosa hugonis*) 的分布、生长繁殖特征及空间差异。发现: (1) 黄蔷薇主要分布于岷江干旱河谷的茂县段, 其植株株高、基径、年龄、丛冠幅、丛的萌生数、丛干重、丛生物量和密度等生长特征存在明显空间差异, 除丛萌生数和密度之外海拔对其他各参数都有较大的影响, 这些参数的值在高海拔地段大于低海拔地段; (2) 黄蔷薇在干旱河谷丛平均萌生数为 6.48 ± 0.97 株/丛, 丛的萌生能力较强, 且其受砍伐后具有很强的再生能力; 萌生株年龄结构大致为金字塔型, 最大植株年龄为 25a; (3) 干旱河谷黄蔷薇的结实量较大, 平均值为 (404.96 ± 106.91) 果/丛, 结实特征表现出明显的空间差异性; (4) 各生长与结实参数关系密切, 影响结实量的最主要的生长因素是冠幅和丛干重。研究结果表明: 黄蔷薇适应干旱河谷的环境条件, 具有较广泛的分布, 生长和繁殖状况良好, 是可供选择的干旱河谷恢复物种。

关键词: 干旱河谷; 黄蔷薇 (*Rosa hugonis*); 无性繁殖; 结实量; 空间差异

文章编号: 1000-0933(2008)04-1820-09 中图分类号: Q143 文献标识码: A

Differences in growth and reproductive characters of *Rosa hugonis* in the dry valley of the Upper Minjiang River, Sichuan

ZHOU Zhi-Qiong^{1,2}, BAO Wei-Kai^{1,*}, WU Fu-Zhong^{1,2}, HE Xiao, WU Ning¹

1 Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041 China

2 Graduated University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100030 China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(4): 1820 ~ 1828.

Abstract: The understanding of the growth and reproduction characteristics of native plants can help develop a strategy for vegetation restoration and management in a region. *Rosa hugonis*, a native shrub widely distributing in the dry valley of the upper Mingjiang River, appears to have great potential to rehabilitate the vegetation there because of its great ecological and economic advantages. To understand about the distribution, growth and reproduction of the plant, 20 quadrats with a interval about 10 — 20 km along the dry valley of the upper Minjiang River to investigate the distribution of *R. hugonis*, and 5 of them where the species is relatively dominant were then chosen for this study. Growth and reproductive indexes of five clumps from each quadrat were determined. Distribution, growth and reproductive characteristics of *R. hugonis* along the

基金项目: 中国科学院西部行动计划资助项目 (KZCX3-XB2-02); 国家“西部之光”计划与中国生态系统网络台站基金茂县生态站共同资助项目

收稿日期: 2007-01-26; **修订日期:** 2007-11-15

作者简介: 周志琼 (1978 ~), 女, 博士, 主要从事恢复生态学研究. E-mail: zhouzq@cib.ac.cn

* 通讯作者 Corresponding author; E-mail: baowk@cib.ac.cn

致谢: 衷心感谢中国科学院成都生物研究所茂县生态站在野外调查中提供的方便。

Foundation item: The project was financially supported by Chinese Academy of Sciences Action-plan for West Development (No. KZCX3-XB2-02), the Western Light Talent Training Plan of Chinese Academy of Sciences and the station fund of Chinese Ecosystem Research Network for Maoxian Ecological Station

Received date: 2007-01-26; **Accepted date:** 2007-11-15

Biography: ZHOU Zhi-Qiong, Ph. D., mainly engaged in restoration ecology. E-mail: zhouzq@cib.ac.cn

dry valley of the upper Minjiang River were analyzed. The result indicates that *R. hugonis* was mainly distributed in Maoxian county along the dry valley of the upper Minjiang River. The growth characteristics including height, basal diameter, mean age of ramets, crown diameter, ramet number of a clump, mean dry weight of clump, biomass and density of clump varied in different quadrats. Altitude strongly affected all the indexes except for the ramet number of a clump, and these indexes increased with rising of the quadrat altitude. The asexual-reproductive ability of the species was strong and its mean ramet number was (6.48 ± 0.97) ramets/clump. Further, the species could sprout large number of ramets rapidly after being cut. The age structure of *R. hugonis* ramets trended to be pyramid model. The Fruit yield differed significantly among quadrats, and the mean setting rate was (404.96 ± 106.91) hips/clump. There was a significant correlation between growth and fruiting parameters. The fruit number and weight of a clump was significantly affected by dry weight of clump and crown diameter. The study indicates that *R. hugonis* is well adapted to the environment of the dry valley of the upper Minjiang River. the species widely distributed and its growth and reproduction is favorable. So *R. hugonis* is recommended as a good candidate for vegetation habilitation in this region.

Key Words: dry valley; *Rosa hugonis*; asexual reproduction; fruit number; space difference

干旱河谷段是长江上游山地生态环境最脆弱,存在问题最多,也是在山区整治中最关键和最困难的一种特殊地域类型^[1,2]。20 世纪 70 年代以来,对于干旱河谷的退化与重建进行了广泛的探讨与研究,但仍未形成成熟的治理途径及方法,干旱河谷面积及程度有扩大的趋势^[2~7]。已有的研究表明,恶劣的土壤环境条件(水分不足和养分贫乏)和气候条件是限制当地植物生长的主要因素,也是该区植被恢复的关键障碍。植被恢复与重建应从抗耐旱、耐土壤瘠薄和盐碱性强的灌木和草种中进行选择^[6],而干旱河谷的乡土灌木和草本适应当地的环境,是优先研究和选择的植被恢复物种。然而,对乡土物种生长、繁殖与自然更新能力的认识不足已成为开展这项工作的一个制约因素。

黄蔷薇(*Rosa hugonis*)是蔷薇科蔷薇属多年生灌木,分布于陕西、甘肃、青海、宁夏、河北、山西和内蒙古等省区^[8],也是横断山区干旱河谷的乡土灌木,在部分地段成为优势种,具有较明显的耐旱和耐贫瘠的生态适应特点。同时黄蔷薇也是一种重要的资源植物,其花可提取花精油^[9];果实含丰富的营养成分^[9,10],可食用、酿酒也可作为饲料;种子可提取籽油,且有较高的营养^[11]。因此,以黄蔷薇为恢复物种可以兼顾生态和经济效益,对于干旱河谷植被的恢复和重建具有重要的意义。然而目前对于黄蔷薇生态学研究较少。

岷江干旱河谷位于从在汶川绵虬到松潘镇江关地段。河谷的开阔程度,距离河道的垂直距离对于干旱河谷的水,热等环境因子和植被类型都有极大的影响,这使在干旱河谷的干旱程度和植被状况存在极大的差异。但已有的研究大多集中在对于干旱河谷的局部地段^[12,13],而缺乏对于干旱河谷的整体研究,因而对于干旱河谷缺乏全面的认识。其次,对于干旱河谷生态学的研究主要集中在生物量^[13,14]、种间关系和群落特征^[12,15~20]、植被和环境因子关系^[21~23]等方面。而对种群生态学特别是与植被恢复密切相关的植物的生长和繁殖更新方面研究却未见报道。本研究通过对于干旱河谷不同地段黄蔷薇分布、生长和繁殖特征及其在空间上的差异进行调查,试图揭示干旱河谷黄蔷薇的生长与繁殖特征,为干旱河谷植被恢复和管理提供基础理论科学依据。

1 研究地概况及研究方法

1.1 研究地概况

研究区域位于从汶川绵虬到松潘镇江关的岷江干旱河谷山地,位于 $103^{\circ}30'42'' \sim 103^{\circ}43'43''E$, $31^{\circ}22'11'' \sim 32^{\circ}19'33''N$ 之间,海拔 1370 ~ 2580m。该区域年平均气温 $10 \sim 11^{\circ}C$ 左右,降水量 490mm 左右,且小于当年蒸发量,气候干燥^[18]。干旱河谷植被稀疏,不同地段的植被差异较大,植被主要为旱生灌丛、草丛,主要分布在河面以上 300 ~ 400m 处,且分布不连续。盖度大多在 20% ~ 30%,个别地段达 60%^[14]。在一些地段块状分布的耐旱灌丛群落被严重冲刷的裸地分隔开,退化严重。所有种类基本上是阳生植物,大多数种类具有叶片角质层发达,多刺、多毛的特点^[13]。土壤类型以山地褐土和山地棕壤土为主^[13,14]。

1.2 研究方法

从汶川绵虬到松潘镇江关的总长近 200 km 的岷江主河道的两侧山地,每隔 10~20 km 布设一个调查点,调查是否有黄蔷薇的分布,以确定黄蔷薇在干旱河谷分布状况。具体方法为,沿河谷的山坡上行海拔 400 m 左右(即是在干旱河谷区),水平范围为 200 m,每点的调查面积约 8 hm²。共调查 20 个点,其中汶川 6 个点,茂县有 13 个点,镇江关有 1 个点。然后选取 5 个黄蔷薇分布较为集中,且具有一定海拔差异的点,测定经纬度、海拔、坡度和坡向等环境因子(表 1)。

表 1 岷江干旱河谷黄蔷薇取样点的环境因子

Table 1 The environmental factors of the sampling sites of *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjiang River

样地号 No.	地名 Sampling site	区域 Location	海拔(m) Altitude	经度 Longitude	纬度 Latitude	坡度(°) Slope	坡向 Aspect
P1	水磨沟 Shuimogou	汶川 Wenchuan	1472	103°31'19.2"	31°31'19.2"	35	西偏南 west by south 47°
P2	静洲山 Jingzhousha	茂县 Maoxian	1847	103°51'44.8"	31°42'13.6"	25	东偏南 east by south 69°
P3	红岩子 Hongyanzi	茂县 Maoxian	1974	103°50'26.1"	31°44'28.6"	38	西偏南 west by south 13°
P4	野鸡坪 Yejiaping	茂县 Maoxian	2043	103°42'0.8"	31°52'44.5"	18	东偏南 east by south 25°
P5	烧炭沟 Shaotangou	茂县 Maoxian	2189	103°42'50.6"	32°00'40.6"	30	东偏南 east by south 35°

在每个点随机选取 40m × 40m 的大样方,测定黄蔷薇的丛数,然后在样方内选取 5 丛具有代表性的蔷薇植株,测定其丛冠幅(C ,为取最大直径与最小直径的乘积)、各萌生株的基径(D)和高度(H),收获植株及果实,测定每丛果实数量及每丛果实的总鲜重和地上部分总鲜重,对植株取样后在 80℃ 通风干燥箱内烘干至恒重,测定其干重(W)。截取植株基部的一段带回实验室,根据年轮确定每个萌生株年龄。

2.3 数据处理

数据统计时,丛的株高、基径、年龄、结实枝数、分枝数、结实数量和结实重量为丛中各萌生株之和。坡向的量化方法是:以北为 0,顺时针和逆时针两个方向都逐渐增大,值在 0~180 之间。采用 ANOVA 分析不同取样点上生长参数以及结实参数的空间差异,Turkey 多重检验各点的差异。Spearman 相关系数初步分析结实数量和结实重量与各生长参数之间的相关关系。依据变量 B , C , H , D , CH , D^2H 的相关分析筛选出用于回归模型的自变量并进行回归分析以选取最佳估测模型。采用的回归模型包括一次线性模型、二次多项式模型、三次多项式模型、相对增长模型和对数模型^[24,25]。整个计算过程在 SPSS 和 EXCEL 软件系统下完成。

2 结果与分析

黄蔷薇在干旱河谷的分布较为广泛,主要集中分布在干旱河谷的茂县段。在调查的 20 个点中有 7 个点有黄蔷薇分布,其中 6 个点分布于茂县,另外 1 个点分布于汶川,松潘没有黄蔷薇分布(图 1)。在沿河谷的水平分布上,黄蔷薇从水磨沟到烧炭沟大约 90km 范围内有分布(图 1);在垂直梯度上,黄蔷薇分布在海拔 1400~

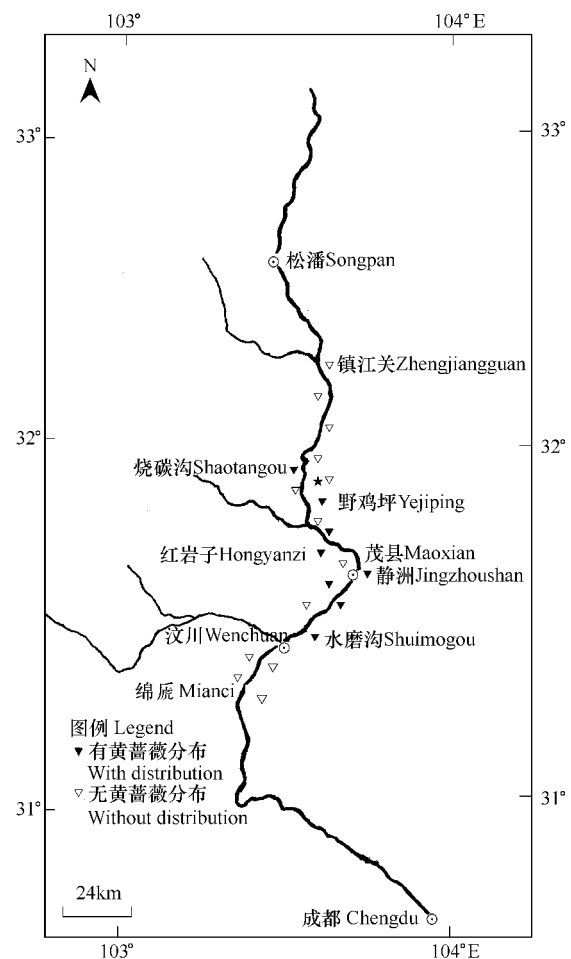


图 1 岷江干旱河谷黄蔷薇分布图

Fig. 1 Distribution of *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjiang River

2200m 范围内,主要分布在河谷两岸的山坡上。

2.1 生长特征及其空间差异

表 2 显示了岷江干旱河谷黄蔷薇的生长特征及空间差异。在干旱河谷黄蔷薇的调查中发现,相对于同一生境的其他物种,其生长较高大,大部分植株高度在 1m 以上,分枝多((6.48 ± 0.97) 株/丛),冠幅大($(3.09 \pm 0.45) \text{ m}^2$)。株高、基径、年龄、冠幅和丛干重的空间差异极显著($P < 0.01$),但丛的萌生数没有显著差异($P > 0.05$),生物量和密度虽然没有进行方差分析,但各点的差异较大(见表 2)。株高、基径和年龄 3 个参数有随海拔和纬度增加而增加趋势;而冠幅、丛干重和生物量先增加后减小(3 个参数的最大值出现在野鸡坪(P4)),密度的变化没有规律性。在静洲山地段,株高、基径和年龄显著小于其他地段。

表 2 岷江干旱河谷黄蔷薇的生长特征

Table 2 Growth characteristics of *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjing River

项目 Item	P1	P2	P3	P4	P5	平均值 Mean	F	P
株高 Ramet Height (cm)	131.1 $\pm$ 7.0bc	101.8 $\pm$ 3.9c	162.7 $\pm$ 7.6ab	152.0 $\pm$ 11.8ab	177.7 $\pm$ 8.2a	133.5 $\pm$ 3.9	23.09	0.000
基径 Ramet base diameter (cm)	11.90 $\pm$ 0.70bc	6.89 $\pm$ 0.45c	14.63 $\pm$ 0.97ab	14.39 $\pm$ 0.92ab	16.69 $\pm$ 1.07a	11.27 $\pm$ 0.44	36.31	0.000
年龄 Ramet age (a)	7.90 $\pm$ 0.74a	2.32 $\pm$ 0.22b	7.43 $\pm$ 0.82a	6.80 $\pm$ 0.54a	8.67 $\pm$ 0.91 a	5.38 $\pm$ 0.31	32.61	0.000
萌生数 Ramet number (ind)	3.80 $\pm$ 0.73a	11.80 $\pm$ 3.02	4.60 $\pm$ 1.50a	6.20 $\pm$ 1.62a	6.00 $\pm$ 2.02a	6.48 $\pm$ 0.97	2.63	0.065
冠幅 Crown diameter (m)	0.80 $\pm$ 0.06c	1.89 $\pm$ 0.28	2.94 $\pm$ 0.81abc	5.73 $\pm$ 1.14a	4.11 $\pm$ 0.51ab	3.09 $\pm$ 0.45	8.04	0.000
丛干重 Dry weight of clump (kg)	0.42 $\pm$ 0.12b	0.85 $\pm$ 0.23b	1.07 $\pm$ 0.28b	3.32 $\pm$ 1.02a	2.08 $\pm$ 0.28ab	1.55 $\pm$ 0.30	5.35	0.004
生物量 Aboveground biomass (kg/hm ²)	457.0	466.5	566.3	4563.9	1350.2	1480.8 $\pm$ 788.6	—	—
密度 Clump density (ind./hm ²)	862.5	500.0	531.3	1356.3	368.8	7238.0 $\pm$ 177.8	—	—

2.2 生物量模型及萌生株年龄结构

生物量与冠幅、植株高度、基径各变量之间的相关分析结果如表 3。黄蔷薇地上生物量与 H , C , 和 CH 都为极显著相关,其中 C 与生物量之间的相关性最好。因此,选择 C 变量为回归模型的自变量。

以 W , C 为自变量建立的回归模型如表 4 所示。相对增长模型 $Y = ax^b$ 和对数模型 $Y = a + b \ln(x)$ 的 R^2 和 F

表 3 岷江干旱河谷黄蔷薇地上生物量与各生长参数之间的相关关系

Table 3 Pearson' coefficients of biomass and growth characteristics of clumps of *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjiang River

	高度 Total height of the clump	冠幅 Crown diameter (m)	D	Y	CH	$D^2 H$
Biomass 生物量	0.565 **	0.897 **	0.151	0.151	0.581 **	0.058

表 4 岷江干旱河谷黄蔷薇生物量回归模型

Table 4 Regression models of biomass of the *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjing River

方程 Equation	回归系数 Regression coefficient				d.f.	R^2	F	P
	a	b	c	d				
B1 为一次线性模型 Linear model	-287.29	592.867	—	—	23	0.804	94.18	0.000
B2 为二次多项式模型 Quadratic model	298.898	186.395	46.7636		22	0.846	60.54	0.000
B3 为三次多项式模型 Cubic model	-147.97	698.274	-86.760	9.0704	21	0.855	41.18	0.000
B4 为相对增长模型 Growth model	5.8380	0.3576			23	0.717	58.16	0.000
B5 为对数模型 logarithmic model	243.552	1499.18			23	0.604	35.02	0.000

值较低,而一次线性模型 $Y = a + bx$ 、二次多项式模型 $Y = a + bx + cx^2$ 和三次多项式模型 $Y = a + bx + cx^2 + dx^3$ 均有较高的 R^2 和 F 值,且对于同一因变量而言,3 个模型之间的差异不大。 R^2 值的大小并没有随着 C 幂次的增加呈现显著的增加,回归模型形式复杂程度的增加,并不能有效地提高回归模型的 R^2 值。

干旱河谷黄蔷薇萌生株年龄结构大致为金字塔型。年龄小于 10a 萌生株占了整个年龄结构的主要部分。最大的年龄为 25a(图 2)。

3.2 结实量及其空间差异

如表 5 所示,干旱河谷黄蔷薇的结实量较大,其结实特性存在显著的空间差异。平均结实数量和重量分别为 (404.96 ± 106.91) g/丛和 (309.12 ± 80.47) 果/丛,单粒果重为 (0.772 ± 0.029) g/果,黄蔷薇在生殖方面投资大,果重占枝叶比例 $12.18\% \pm 1.71\%$ 。方差分析表明:果实数量,果实重量和果重占枝叶比例空间差异极显著($P < 0.01$),单粒果重的空间差异显著($0.01 < P < 0.05$)。结实数量、结实重量以及果重占枝叶比例 3 个结实参数在海拔最高的 P5 和海拔最低的 P1 值较小,而在位于中海拔的 P2、P3 和 P4 较大。

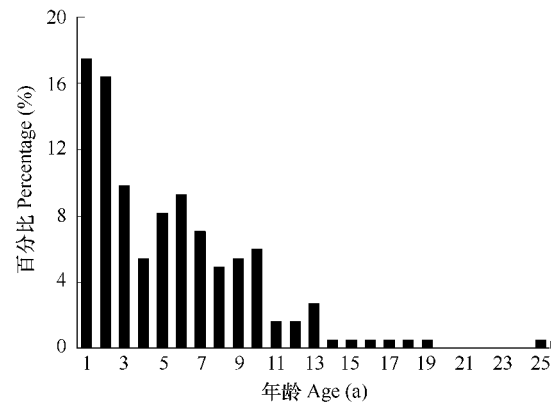


图 2 岷江干旱河谷黄蔷薇萌生株年龄结构图

Fig. 2 The age structure of ramets of *R. hugonis* in dry valley of the upper Minjiang River

表 5 岷江干旱河谷不同地段黄蔷薇结实特征比较

Table 5 Fruit characteristics of *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjiang River

项目 Item	果实数量(果/丛) Fruit number (ind/clump)	果实重量(g/丛) Weight of fruits (g/clump)	单粒果重(g/果) Weight of a fruit (g/fruit)	果重占枝叶比例 Percent of fruit and shoot mass (%)
P1	57.80 ± 13.31b	38.00 ± 9.20b	0.658 ± 0.021b	5.86 ± 1.24b
P2	627.60 ± 216.30 b	384.16 ± 105.08b	0.680 ± 0.081ab	16.31 ± 2.37a
P3	325.40 ± 77.00 b	289.84 ± 64.51b	0.913 ± 0.086a	16.72 ± 3.27a
P4	1271.40 ± 296.13 a	927.42 ± 244.247a	0.686 ± 0.049ab	14.94 ± 1.87a
P5	164.00 ± 32.92b	129.05 ± 29.25b	0.769 ± 0.033ab	3.70 ± 0.52b
平均值 Mean	404.96 ± 106.91	309.12 ± 80.47	0.772 ± 0.029	12.18 ± 1.71
F	9.575	12.296	3.814	6.374
P	0.000	0.000	0.018	0.002

3.3 生长与繁殖的关系

各生长参数紧密相关,其中丛高度、丛基径、丛年龄和萌生株数量 4 个生长参数之间相关关系为极显著($P < 0.01$),干重和冠幅两参数之间相关关系极显著($P < 0.01$),但与前 4 个生长参数的关系不显著($P > 0.05$)(表 6)。

各生长参数中,只有冠幅和丛干重与结实数量和结实重量成极显著的正相关关系($P < 0.01$),丛干重对结实数量和结实重量的影响最大(表 6)。其他参数中,基径、高度和萌生数对结实数量和结实重量也有一定的影响,但相关性不显著。年龄对结实量的影响最小。

3.4 环境因子对生长与结实的影响

丛高度、丛基径和丛年龄与各环境因子都没有显著相关($P > 0.05$),萌生株数只与坡向成显著的正相关($P < 0.05$),冠幅和丛干重分别与纬度和海拔成极显著正相关($P < 0.01$),与坡度和坡向成负相关,但丛干重与坡向的相关性不显著($P > 0.05$)。果重量和果数量都只受坡度的影响,与其成极显著的负相关关系($P < 0.01$)(表 7)。

表 6 岷江干旱河谷黄蔷薇的丛生长与繁殖的关系

Table 6 Pearson' coefficients of fruit number /weight and growth characteristics of clumps of *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjiang River

项目 Item	丛高度 Clump height	丛基径 Clump base diameter	丛年龄 Clump age	萌生数 Ramet number	冠幅 Crown diameter	生物量 Biomass	果重量 Fruit weight
丛高度 Clump height	1						
丛基径 Clump base diameter	0.948 **	1					
丛年龄 Clump age	0.704 **	0.846 **	1				
萌生数 Ramet number	0.942 **	0.909 **	0.662 **	1			
冠幅 Crown diameter	0.024	0.146	0.185	-0.092	1		
生物量 ^① Biomass	0.072	0.151	0.151	-0.079	0.897 **	1	
果重量 Fruit weight	0.175	0.206	0.048	0.112	0.644 **	0.719 **	1
果数量 Fruit number	0.172	0.205	0.024	0.157	0.604 **	0.663 **	0.977 **

①生物量为地上生物量 Biomass is aboveground biomass; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

表 7 干旱河谷黄蔷薇生长与繁殖特征与环境因子相关关系

Table 7 Pearson coefficients of growth and fruiting characters and environmental factors of *R. hugonis* in the dry valley of the upper Minjiang River

项目 Item	经度 Longitude	纬度 Latitude	坡向 Aspect	坡度 Slope	海拔 Altitude
丛高度 Height	0.360	0.147	0.320	-0.245	0.180
丛基径 Base diameter	0.321	0.313	0.170	-0.276	0.325
丛年龄 Age	0.025	0.303	-0.059	-0.084	0.263
萌生数 Ramet number	0.368	0.056	0.421 *	-0.303	0.094
冠幅 Crown	0.155	0.656 **	-0.437 *	-0.491 *	0.642 **
丛干重 Dry weight	0.030	0.552 **	-0.320	-0.527 **	0.506 **
果重量 Fruit weight	0.203	0.263	-0.186	-0.644 **	0.303
果数量 Fruit number	0.214	0.240	-0.089	-0.689 **	0.274

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

3 讨论与结论

3.1 岷江干旱河谷黄蔷薇种群生长繁殖的基本特征

植物的生长与繁殖能力是植物适应环境的体现,是统一的整体,其生长特征之间以及生长与繁殖特征必然紧密联系^[25,26]。本研究中,黄蔷薇在岷江干旱河谷生长茂盛,植株高大,萌生株多,冠幅大,能为其他的物种的更新和存活提供适宜的微生境。各生长参数紧密相关,繁殖状况又与生长状况密切相关。丛高度、丛基径以及丛基径和丛年龄成显著正相关,各参数中丛冠幅与地上生物量的关系最密切(表 3),利用冠幅作为自变量参数建立地上生物量模型中,考虑到模型的复杂程度和 R^2 值,一元线性模型具有较好的效果。丛的结实数量和结实重量只与冠幅和地上生物量显著相关(表 6),这是因为冠幅和地上生物量是反映丛生长状况的综合指标。生长参数之间以及生长与繁殖的紧密相关表明,可以通过测定株高、基径和冠幅等生长指标,特别是冠幅简单易测,能有效地预测地上生物量以及结实数量和重量,从而有利于节省人力财力和减少对植被的破坏。

黄蔷薇在岷江干旱河谷的空间分布范围广,表明它具有较宽的生态位,较强的适应能力,因此能占据干旱河谷生态差异性较大的生境类型,具有很强的有性繁殖与无性繁殖能力是一个重要的原因。本项研究中,黄蔷薇具有较强的无性萌生能力。丛的萌生数为 (6.48 ± 0.97) 株/丛,大于多苞蔷薇 (5.07 ± 0.39) 株/丛。而以萌生株为单元进行的群体年龄结构分析也表明,种群无性繁殖能力具有“增长型”的结构(图 2),能够维持群体进一步持续发展的趋势,这种强烈的无性繁殖萌生能力成为它适应这种干旱贫瘠生态环境的重要策略和持续的保证,因此它在于干旱河谷植被恢复与资源持续利用中具有很好的潜力。作者在 2006 年 6 月中旬复查

了野鸡坪取样点 5 从黄蔷薇(2005 年 8 月从基部砍伐)的萌生状况,发现萌生数为 $4(7.25 \pm 11.37)$ 株/丛,高度为 60 ~ 130cm。这也证明了黄蔷薇具有很强的再生能力,在其地面部分受到干扰(砍伐或严重干旱)后可以通过大量的萌生继续生长。此外,在静洲地段,株高、基径和年龄明显小于其他取样点,萌生数显著大于其他取样点,其结实量和果重占地上部分比例也较大。这主要是因为此地段人为活动频繁,黄蔷薇常被砍伐。这使其株高、基径和年龄都较小,另外砍伐促进了萌生,增加了萌生数。人为干扰在一定程度上也促进了有性繁殖,增加了结实量。黄蔷薇的这种特征可能是其在自然和人为干扰频繁的干旱河谷地段繁衍生存的一种适应对策。另一方面,黄蔷薇也具有很强结实能力,结实量较大,平均达 (404.96 ± 106.91) 果/丛,果实的种子数量为 (15.15 ± 1.49) 粒/果,种子数量大,表明它同时分配了较多能量用于有性繁殖生产,具有较强有性繁殖能力。但我们在调查中发现种群中的幼苗数量很少,这说明有性繁殖潜力并没有转化成现实的更新能力而贡献给黄蔷薇种群。这可能是两个方面的原因,黄蔷薇种子具有较深的休眠(坚硬的瘦果果皮和胚休眠引起的),5℃层积 10 个月仍只有少量种子萌发,这使大量的种子被动物消耗或进入持久种子库。另外,多变的干旱环境制约着群体有性繁殖过程中的种子质量(如萌发能力)生产,以及种子萌发及后续幼苗定居过程。Grime 系统地将植物繁殖对策归纳为概括为:营养扩展、植被空隙中季节性更新、持久种子(或传播体)库更新、大量风媒种子(或传播体)更新和持久幼苗库更新。据此黄蔷薇的繁殖对策可能有两种:营养扩展和持久种子库更新。

4.2 岷江干旱河谷黄蔷薇种群生长繁殖的空间格局及其差异性

岷江上游受高山峡谷地形和大陆性季风气候的影响,生态因子特别是水热条件沿海拔高度变化和主河道的变化比较显著^[2,14,23],一般表现为随海拔高度升高以及顺河而上(因为河谷呈南北走向,实际上是纬度变化,参见图 1)气温降低,湿度和降水量增加,而蒸发量减小,辐射增强,这是干旱河谷生态环境基本特点之一。此外,坡度越大,土壤的持水能力越差,坡向越大(即越朝南)辐射越强,温度和蒸发量越大。黄蔷薇生长(冠幅和丛干重)表现出了与海拔和纬度的显著正相关和与坡度和坡向的显著负相关的空间差异(表 2 和表 7),结实量与坡度成显著的负相关关系(表 7)。这说明了水分是影响干旱河谷植株生长与有性繁殖的关键因素,因为虽然干旱河谷光照强烈,水分和养分条件整体上均较差^[13,14,23],但随海拔、坡度和坡向变化而引起的降水量与土壤水分含量的变化对植物生长的影响更明显^[12,28]。当然应该说明,这种影响必然不能排除干旱河谷温度以及养分等要素变化的可能影响。本项研究结果与水分条件较好地段上的研究相比,结论正好相反。孙玉玲等^[29]研究表明:秦岭冷杉的结实量随海拔升高而减少。这主要是因为秦岭山区水分条件充足而温度随着海拔升高而降低,温度成为该区植物生长和繁殖的首要限制因子。

萌蘖数量反映无性繁殖能力强弱。令人吃惊的是,黄蔷薇萌生数量与海拔和坡度都无显著相关而与坡向成正相关关系(表 7),表明黄蔷薇的无性繁殖能力是在严重干旱条件下增强。在岷江干旱河谷其萌生能力并没有随纬度以及海拔高度引起的环境梯度变化而显著变化,暗示黄蔷薇有性结实繁殖与无性萌蘖繁殖能力随干旱河谷环境梯度变化表现出不同步的特征。同时,水分条件等多生态要素变化及其综合作用所驱动的无性繁殖与有性繁殖平衡(trade-off)机制也应充当重要作用^[21,26]。

黄蔷薇在岷江上游干旱河谷具有较广泛的分布,具有较强的生长与繁殖能力和较大空间差异性。这表明黄蔷薇适应多变的干旱河谷环境,并进化出一系列适应干旱河谷环境的生长与繁殖策略。生长与繁殖的空间差异性也说明,黄蔷薇在干旱河谷也有其适宜生存的最佳环境。在植被恢复中,应根据其最适宜生存的地段的环境条件来确定所选物种的恢复地段,使恢复物种发挥其最大的生态效益。较强有性繁殖能力所产生的大量种子,为人为促进干旱河谷植被恢复提供了充足的种子资源。此外,以黄蔷薇为恢复物种,一旦成活后,将具有很强的无性繁殖更新潜力,得以持续发挥植被恢复效益。繁殖季节大量的花蜜和营养丰富的果实将吸引众多的昆虫和脊椎动物进入生态系统,从而使生态系统的结构更为完善,也使恢复后生态效益能得以持续。但是干旱条件下,其种子生产质量、种子休眠和幼苗定居可能是其自然更新和植被恢复的主要障碍,而破除种子休眠、促进种子发芽与苗木自然定居过程可能是促进黄蔷薇在干旱河谷植被恢复中有效应用的关键。

References:

- [1] Yan Z L, Chen K M, Chen J Z. Studies on ecological characteristics and reforestation in dry valley area of Minjiang River. World Science & Technology Research and Development, 2000, 22(1): 36—38.
- [2] Zhang R Z. The Dry Valley of the Hengduan Mountains Region. Beijing: Science Press, 1992. 42—66.
- [3] Bao W K, Cheng Q H, Liu Z G. Degradation of mountain ecosystem in the upper reaches of Minjiang river and countermeasures for their rehabilitation and reconstruction. Resources and Environment in the Yangtze Valley, 1995, 4(3): 277—282.
- [4] Bao W K, Cheng Q H. Principles and methodology for the restoration and rehabilitation of vegetation in degraded mountainous land. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 1998, 7(4): 370—376.
- [5] Bao W K, Cheng Q H. Discussion on several problems of restoring and rehabilitating degraded mountain ecosystem. Journal of Mountain Science, 1999, 17(1): 22—27.
- [6] Bao W K, Cheng Q H, Chen K M. Environment control techniques for vegetation restoration in dry valley of upper reaches of Minjiang River. Chin. J. Appl. Ecol., 1999, 10(5): 542—544.
- [7] Bao W K, Wang C M. Degradation mechanism of mountain ecosystem at the dry valley in the upper reaches of the Minjiang River. J. Moun. Sci., 2000, 18(1): 57—62.
- [8] Yu D J. Flora reipublicae popularis sinicae, tomus 37. Beijing: Science Press, 376.
- [9] Zhao X Y, Zhang Z J, Zhang H L, et al. Studies on chemical compounds of the essential oil from flowers of *Rosa hugonis* Hemsl. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin., 1994, 14(5): 154—156.
- [10] Cao Y L, He Y H, Li C L. Vitamin contents in the hips of 38 species of *Rosa* and their relation to division of sections. Acta Bot. Sin., 1996, 38(10): 822—827.
- [11] Yang X Q, Wang F C, An C X. Study on the composition of fatty acid in *Rosa hugoni* Hemsl and *Rosa sweginzowii* Koehene seeds oil. Qinghai Science and Technology, 1997, 4(4): 18, 23—24.
- [12] Guan W B, Ye M S, Ma K M, et al. The relationships between plant community species turnover rates and environmental factors in the arid valley of Minjiang River. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(11): 2367—2373.
- [13] Liu G H, Zhang J Y, Zhang Y X, et al. Distribution regulation of aboveground biomass of three main shrub types in the dry valley of Minjiang River. J. Moun. Sci., 2003, 21(1): 24—32.
- [14] Liu G H, Ma K M, Fu B J, et al. Aboveground biomass of main shrubs in dry valley of Minjiang River. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(9): 1957—1964.
- [15] Guan W B, Ye M S, Ma K M, et al. Vegetation classification and the main types of vegetation of dry valley of Minjiang River. J. Moun. Sci., 2004, 22(6): 679—686.
- [16] Ye M S, Guan W B, Bai Z X, et al. Ecological gradient of plant community in the dry valley of Minjiang River. Science of Soil and Sater Conservation, 2005, 3(2): 70—75.
- [17] Liu W B. Main types of the semi-arid valley scrubs in the upper reaches of the Minjiang River. Mountain Research, 1994, 12(1): 27—31.
- [18] Ye M S, Guan W B, Tan H, et al. The α diversity of shrubs community in the arid valley of the Minjiang River. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(6): 1123—1130.
- [19] Li L G, He X Y, Li X Z, et al. Depth of edge influence on agriculture forestry boundary in arid valley of upper reaches of Minjiang River, China. Chin. J. Appl. Ecol., 2004, 15(10): 1804—1808.
- [20] Liu Q, Bao W K, Qiao Y K. Studies on the interspecific relationships among dominant species of the semi-arid valley scrubs in Maixiao on the upper reaches of the Minjiang River. Chin. J. Appl. Environ. Biol., 1996, 2(1): 36—42.
- [21] Zhang W H, Lu T, Ma K M, et al. Analysis on the environmental and spatial factors for plant community distribution in the arid valley in the upper reach of Minjiang River. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(3): 552—559.
- [22] Liu S L, Ma K M, Fu B J, et al. Effects of vegetation types and landscape features on soil properties at the plateau in the upper reaches of Minjiang River. Chin. J. Appl. Ecol., 2004, 15(1): 26—30.
- [23] He Q H, He Y H, Bao W K. Dynamics of soil water contents on south-facing slope of dry valley area in the upper reaches of the Minjiang River. Chin. J. Appl. Environ. Biol., 2004, 10(1): 68—74.
- [24] Zeng H Q, Liu Q L, Ma Z Q, et al. The Regression Model of *Loropetalum chinense* Biomass Based on Canopy Diameter and Plant Height. Journal of Nanjing Forest University (Natural Science Edition), 2006, 30(4): 101—104.
- [25] Zeng H Q, Liu Q L, Ma Z Q, et al. Model Research on Shrub Biomass in Qianyanzhou, Journal of Zhejiang Forest Science and Technology, 2006,

26(1):13—1.

- [26] Liu Z M, Jiang D M, Gao H Y, *et al.* Relationships between plant reproductive strategy and disturbance. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 2003, 14 (3): 418—422.
- [27] Liu Z M, Zhao X Y, Fan S X. Grime's CSR model and his philosophy of ecological research. *Adv. Ecol. Sci.*, 2003, 18 (4): 603—608.
- [28] Li F L, Bao W K, Wu N. An eco-anatomical characteristics of *sophora davidii* leaves along an elevation gradient in upper minjiang river dry valley. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 2006, 17 (1): 5—10.
- [29] Sun Y L, Li Q M, Xie Z Q. Fruiting characteristics of the endangered species *abies chensiensis*. *Acta Phytocool Sin.* 2005, 29 (2): 251—257.

参考文献:

- [1] 晏兆莉, 陈克明, 陈建中, 等. 岷江干旱谷的生态特征与植被恢复研究. *世界科技研究与发展*, 2000, (1): 36~38.
- [2] 张荣祖. 横断山区干旱河谷. 北京: 科学出版社, 1992.
- [3] 包维楷, 陈庆恒, 刘照光. 岷江上游山地生态系统的退化及其恢复与重建对策. *长江流域资源与环境*, 1995, 4 (3): 277~282.
- [4] 包维楷, 陈庆恒. 退化山地植被恢复和重建的基本理论和方法. *长江流域资源与环境*, 1998, 7 (4): 370~376.
- [5] 包维楷, 陈庆恒. 退化山地生态系统恢复和重建问题的探讨. *山地学报*, 1999, 17 (1): 22~27.
- [6] 包维楷, 陈庆恒, 陈克明. 岷江上游干旱河谷植被恢复环境优化调控技术研究. *应用生态学报*, 1999, 10 (5): 542~544.
- [7] 包维楷, 王春明. 岷江上游山地生态系统的退化机制. *山地学报*, 2000, 18 (1): 57~62.
- [8] 俞德浚. 中国植物志, 第37卷. 北京: 科学出版社, 1985. 376.
- [9] 赵秀英, 张振杰, 张宏利, 等. 黄蔷薇花精油化学成分研究. *西北植物学报*, 1994, 14 (5): 154~156.
- [10] 曹亚玲, 何永华, 李朝奎. 38个野生种果实的维生素含量及其与分组的关系. *植物学报*, 1996, 38 (10): 822~827.
- [11] 杨绪启, 王发春, 安承熙. 黄蔷薇和扁刺蔷薇籽油中脂肪组成的研究. *青海科技*, 1997, 4 (4): 18, 23~24.
- [12] 关文彬, 治民生, 马克明. 岷江干旱河谷植物群落物种周转速率与环境因子的关系. *生态学报*, 2004, 24 (11): 2367~2373.
- [13] 刘国华, 马克明, 傅伯杰. 岷江干旱河谷主要灌丛类型地上生物量研究. *生态学报*, 2003, 23 (9): 1957~1964.
- [14] 刘国华, 张洁瑜, 张育新, 等. 岷江干旱河谷3种主要灌丛地上生物量的分布规律. *山地学报*, 21 (1): 24~32.
- [15] 关文彬, 治民生, 马克明. 岷江干旱河谷植被分类及其主要类型. *山地学报*, 2004, 22 (6): 679~686.
- [16] 治民生, 关文彬, 白占雄. 岷江干旱河谷植物群落生态梯度分析. *中国水土保持科学*, 2005, 3 (2): 70~75.
- [17] 刘文彬. 岷江上游半干旱河谷的主要类型. *山地研究*, 1994, 12 (1): 27~31.
- [18] 治民生, 关文彬, 谭辉. 岷江干旱河谷灌丛 α 多样性分析. *生态学报*, 2004, 24 (6): 1123~1130.
- [19] 李丽光, 何兴元, 李秀珍. 岷江上游干旱河谷农林边界影响域的研究. *应用生态学报*, 2004, 15 (10): 1804~1808.
- [20] 刘庆, 包维楷, 乔永康. 岷江上游茂县半干旱河谷灌丛优势种间关系的研究. *应用与环境生物学报*, 1996, 2 (1): 36~42.
- [21] 张文辉, 卢涛, 马克明. 岷江上游干旱河谷植物群落分布的环境与空间因素分析. *生态学报*, 2004, 24 (3): 552~559.
- [22] 刘世梁, 马克明, 傅伯杰. 岷江上游高原植被类型与景观特征对土壤性质的影响. *应用生态学报*, 2004, 15 (1): 26~30.
- [23] 何其华, 何永华, 包维楷. 岷江上游干旱河谷典型阳坡海拔梯度上土壤水分动态. *应用与环境生物学报*, 2004, 10 (1): 68~74.
- [24] 曾慧卿, 刘琪璟, 马泽清, 等. 基于冠幅及植株高度的灌木生物量回归模型. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2006, 30 (4): 101~104.
- [25] 曾慧卿, 刘琪璟, 马泽清, 等. 千烟洲灌木生物量模型研究. *浙江林业科技*, 2006, 26 (1): 13~17.
- [26] 刘志民, 蒋德明, 高红瑛. 植物生活史繁殖对策与干扰关系的研究. *应用生态学报*, 2003, 14 (3): 418~422.
- [27] 刘志民, 赵晓英, 范世香. Grime的植物对策思想和生态学研究理念. *地球科学进展*, 2003, 18 (4): 603~608.
- [28] 李芳兰, 包维楷, 吴宁. 岷江上游干旱河谷海拔梯度上白刺花叶片生态解剖特征研究. *应用生态学报*, 2006, 17 (1): 5~10.
- [29] 孙玉玲, 李庆梅, 谢宗强. 濒危植物秦岭冷杉结实特性的研究. *植物生态学报*, 2005, 29 (2): 251~257.